

LA ECONOMETRÍA EN EL ESTUDIO DE LA ECONOMÍA MUNDIAL

Sofía García Gámez
Universidad Autónoma de Madrid (UAM)

1. Introducción

Es bien conocido que la economía mundial está a merced de la globalización, la cual, apoyada en la revolución que han experimentado las tecnologías de la información, enmarca con una creciente complejidad y dinamicidad las relaciones entre regiones, países, sectores económicos, empresas, etc. Ante estas circunstancias es necesario que los agentes económicos puedan realizar un continuo seguimiento de los cambios que tienen lugar en el entorno (marcos legales, política económica, sistemas productivos, volatilidad en los distintos mercados, situación política etc.), con el objetivo de “ajustarse e incluso anticiparse” lo más rápido posible a tales cambios.

En este capítulo se pretende dar a conocer, de una manera didáctica, las ideas básicas que engloban la aplicación de una batería de métodos econométricos empleados en el análisis de la economía mundial¹. Cabe destacar, que no es posible, ni constituye el objetivo de este capítulo, presentar de una manera exhaustiva las aplicaciones realizadas por la econometría desde sus albores puesto que, en general, abarcan un amplio abanico de campos, entre los que destacan: la economía, sociología, psicología, medicina, política, geografía, entre otros.

2. Concepto y breve reseña histórica de la econometría

La palabra “econometría”, significa “medición de la economía”, definición que resulta muy general al tomar en cuenta el alcance de esta disciplina, el cual puede asociarse, de un modo más concreto, a las siguientes acepciones:

¹. A partir, fundamentalmente, de la experiencia investigadora de un grupo de profesores de la UDI de Econometría del departamento de Economía Aplicada de la UAM

- Ciencia que permite la contrastación de las diversas teorías económicas.
- Conjunto de herramientas útiles para la predicción de variables económicas.
- Ciencia y arte de utilizar los datos históricos para realizar recomendaciones cuantitativas a distintos agentes como las empresas y el gobierno.

Lo anterior se engloba en la definición dada por Goldberger en 1964:

La econometría es una ciencia social a través de la cual se intenta cuantificar las relaciones entre los agentes económicos, apoyándose para ello en el empleo conjunto de la estadística, las matemáticas y la teoría económica.

El aporte de cada una de estas tres ciencias a la econometría es clave y podría resumirse del siguiente modo:

- La Teoría Económica establece las hipótesis sobre el comportamiento de los agentes a través de los modelos económicos.
- La matemática expresa la teoría económica mediante el empleo de distintas formas funcionales (ecuaciones).
- El papel de la estadística es doble, por un lado, contribuye con la recolección y procesamiento de los datos o cifras (información estadística) y, por otro lado, ofrece los métodos de inferencia que permiten la contrastación de hipótesis.

Con respecto a los orígenes de la econometría como disciplina científica, éstos se ubican a principios del siglo XX, con la creación de la Econometrics Society (1930) y la Cowles Comisión (1932), instituciones que, en las décadas de los treinta y los cuarenta, se dedicaron al desarrollo de métodos y técnicas econométricas. Sin embargo, no es sino hasta 1953, con la aparición del primer manual de econometría (*A Testbook of Econometrics*), escrito por el premio nobel Lawrence R. Klein, cuando ésta es considerada una ciencia madura. A partir de entonces y hasta 1975 tiene lugar el desarrollo de la econometría moderna.

Cabe destacar que en esta época tiene lugar la bifurcación entre la econometría teórica, donde el interés se centra exclusivamente en el perfeccionamiento de los métodos de estimación, de la econometría aplicada o empírica, donde los esfuerzos se orientan fundamentalmente a las aplicaciones de los modelos teóricos a los diversos campos que componen la economía. A finales de los sesenta y principio de los setenta supone un período de aceptación ge-

neral de los modelos econométricos en el mundo y, en especial, en los EEUU. Las aplicaciones de los modelos son múltiples y se abre su aplicación, de la macroeconomía al campo de la administración y la planificación empresarial.

No obstante, la incapacidad de anticipar la crisis, producida por la súbita elevación de los precios energéticos (a mediados de los setenta), afectó el planteamiento económico y por tanto el econométrico, ya que puso en entredicho una de las principales utilidades de los modelos econométricos: "la predicción", Vicéns (1998).

Este fuerte ataque a la econometría lejos de eclipsar el avance de dicha disciplina derivó en la incorporación de las relaciones dinámicas a los modelos, en el nacimiento de la microeconometría, los modelos ARIMA, los modelos VAR, los modelos de variables dependientes cualitativas (modelos logit y probit), modelos con variables truncadas y censuradas, modelos con datos de panel, modelos de micro-macrosimulación, etc.

3. Clasificación de los modelos econométricos

En la actualidad la econometría forma parte de un grupo de técnicas más generales de análisis multivariante. Esta familia de métodos, dedicados al análisis de datos, se encuentra en continua expansión y su clasificación mas general se apoya en la existencia o no de un cuerpo teórico que enmarque la relación entre las variables sujetas a estudio.

Concretamente, bajo la hipótesis de que exista una relación de dependencia entre variables los modelos se agrupan dentro de las técnicas de *dependencia*, cabe destacar que el conjunto de técnicas que se abordan a lo largo de este capítulo se enmarcan dentro de esta clasificación. En el caso de que no se defina a priori una relación de este tipo entre las variables, el modelo se irá creando de forma automática, apoyándose en los patrones que subyacen en los datos analizados; las técnicas que se engloban en este conjunto se conocen como *técnicas descriptivas o de interdependencia*, Pérez (2012) y Hair (2007).

En el diagrama 1 se presenta una clasificación generalizada de los métodos y las técnicas multivariantes, Hair (2007), atendiendo a las siguientes preguntas fundamentales:

1. ¿Se pueden clasificar las variables entre dependientes o independientes, apoyándose en la existencia de alguna teoría que avale dicha relación?

En caso afirmativo, se llevará a cabo un análisis de dependencia, el cual establece que el valor de una variable puede ser explicado por otro

conjunto de variables denominadas independientes, exógenas o explicativas. En caso negativo, deberán emplearse las técnicas descriptivas o de interdependencia para determinar cuál es la estructura que subyace entre las variables, tal es el caso del análisis factorial, el cual constituye una técnica de reducción de la información, a través de su empleo se encontrará el número mínimo de dimensiones capaces de explicar el máximo de información contenida en los datos.

2. *Si a priori se ha establecido un marco teórico de referencia como punto de apoyo para llevar a cabo el análisis, el paso siguiente es determinar cuántas de estas variables son tratadas como dependientes.*

Si se emplea una única variable el supuesto que subyace indica que la relación causa-efecto, expresada a través de un modelo con una sola ecuación, es unidireccional, teniendo su origen en las variables independientes, las cuales se constituyen la causa de las modificaciones experimentadas por la variable dependiente o endógena. A modo de ejemplo se podría analizar cómo afectan a las exportaciones anuales que se realizan desde un "país A" hacia un "país B" las siguientes variables: el tipo de cambio entre las dos economías, la tasa de crecimiento del PIB del país B y los aranceles a la importación establecidos en este país.

Por otro lado, si existe entre las variables una influencia bidireccional, lo que implica que una variable económica afecta a otra(s) y a su vez es afectada por éstas, dicha relaciones deberán analizarse simultáneamente empleando varias variables dependientes, a través de más de una ecuación de regresión (modelos multiecuacionales); un ejemplo clásico se sería el análisis simultáneo de las variables que determinan el consumo, inversión y la renta total de un país.

3. *¿Cuál es la unidad de medida de las variables?*

Según Vicéns (1997), la unidad de medida en la que vienen expresadas las variables se puede clasificar en términos generales en dos grandes grupos: Métricas (numéricas/cuantitativas) o no métricas (cualitativas o categóricas). Las variables cualitativas pueden ser divididas a su vez en:

Nominal: identifica la pertinencia de un elemento o individuo a determinados grupos considerados mutuamente excluyentes (ejemplos: sexo, partido político de pertinencia, estado civil, lugar de nacimiento, etc.).

Ordinal: establece un determinado orden entre individuos u objetos (ejemplos: nivel educativo, clase social, etc.).

A su vez, la escala de las variables métricas puede ser clasificadas en:

Intervalo: donde la distancia entre las variables es fija permitiendo establecer la diferencia entre los distintos objetos, es decir determinar cuántas unidades es mayor o menor, pero no cuántas veces). Cabe destacar que el valor de cero es relativo y no implica ausencia de dicha variable en los sujetos analizados. Un ejemplo típico es la variable temperatura.

Razón: Posee las cualidades que contiene las variables de intervalo, con la salvedad de que el valor "0" supone en este caso "ausencia de variable". Es posible establecer el número de veces que una variable está contenida en un objeto. Dentro los ejemplos más emblemáticos está el peso, la longitud, los precios, las ventas, los ingresos escala antes desarrolladas.

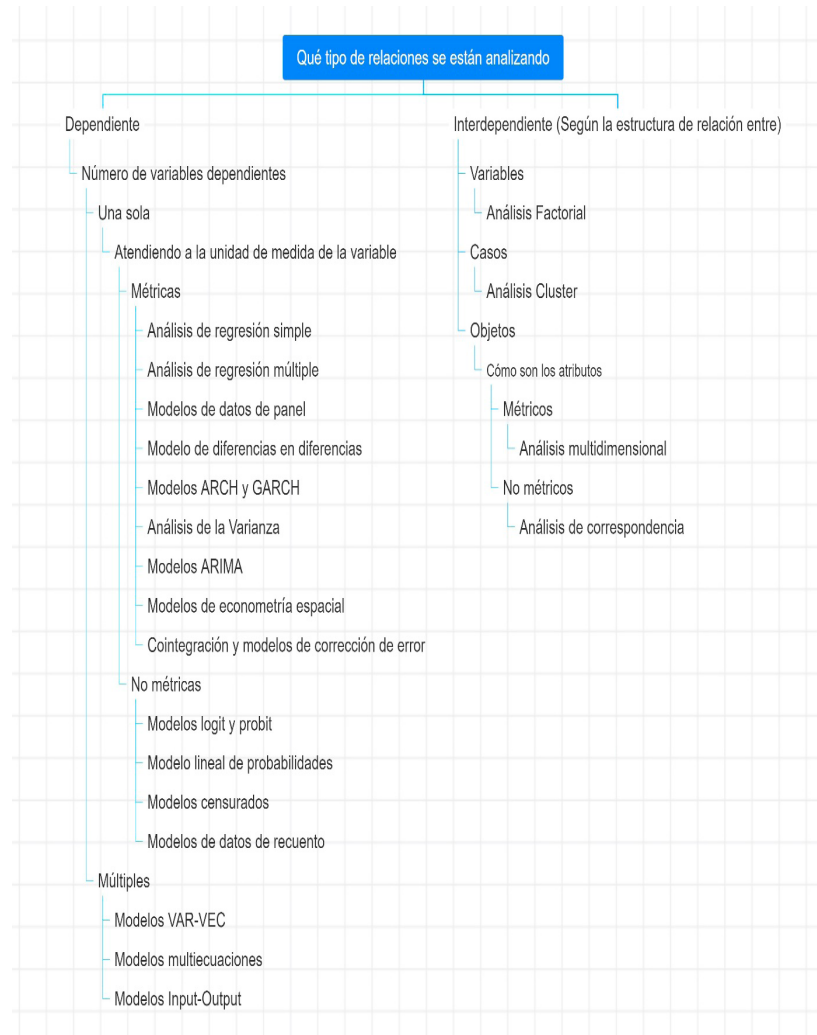
Video 1

Tipo de Variables



Fuente: Youtube. [Estadigrafo*]. (7 de enero de 2017). *Tipos de Variables - Estadística para la Investigación* [Archivo de vídeo] recuperado de https://www.youtube.com/watch?v=sQ08taf-rXU&ab_channel=Estadigrafo%2A

Diagrama 1 Clasificación de las Técnicas Multivariantes



Fuente: Hair (2007) y elaboración propia a partir de la información contenida en Pérez (2012)

Más aún, los datos, como expresión numérica de la información, pueden adoptar tres dimensiones (Gujarati, 2004): una temporal, una espacial o ambas a la vez. A saber:

- **Serie temporal:** conjunto de observaciones de una variable determinada para distintos momentos del tiempo. Normalmente dichas observaciones se realizan en intervalos de tiempo regulares denominados frecuencias, entre éstas las mas comunes son: las diarias, mensuales, trimestrales y anuales.
- **Serie de corte transversal:** conjunto de observaciones correspondientes a distintas unidades económicas, obtenidas en un mismo momento del tiempo. Por ejemplo: el valor de todos los bienes y servicios producidos (PIB) de los países que integran la Unión Europea durante el año 2019.

- **Datos de Panel:** Constituye una combinación de los dos anteriores, representando por tanto observaciones sobre distintas unidades en diversos momentos del tiempo. Por ejemplo: los datos relativos a los flujos de inversión extranjera directa recibidos por cada uno de países que integran la Unión Europea, en un período temporal que abarque dos o más años.

Cabe destacar que cualquiera sea la unidad de medida de las variables (tanto en la dimensión espacial como temporal), un correcto análisis e interpretación de los resultados de un modelo econométrico exige la utilización de datos recientes o actuales, extensos (sin discontinuidades) y homogéneos en términos metodológicos.

4. Fases de elaboración de un modelo econométrico

En los métodos donde se establece a priori una relación de dependencia entre las variables, se procede en primer lugar a **especificar** el modelo econométrico a partir de una o varias hipótesis, o a partir de leyes de comportamiento establecidas desde la teoría económica. De lo contrario, como señala Pulido (2001), sólo se incurriría en “un mero cálculo de relaciones observacionales entre variables”. A este marco teórico o modelo económico de referencia deberá incorporar un abanico de especificaciones de tipo estadístico (selección de variables y datos muestrales), matemático (elección de la forma funcional), que permitirá analizar una realidad concreta, atendiendo a la dimensión temporal y espacial de las variables.

Una vez se haya procedido a especificar el modelo teórico se lleva a cabo su **estimación**, mediante la aplicación de un software fundamentalmente estadístico-econométrico², en el que se obtendrá el valor numérico de los coeficientes del modelo. A través de éstos se cuantifica la relación entre las variables, permitiendo analizar la estructura del fenómeno bajo estudio.

A continuación, y tomando en cuenta un conjunto de estadísticos muestrales, se procede a **evaluar** “la bondad estadística de los resultados obtenidos”. Cabe destacar que en este proceso muy a menudo es necesario re-especificar el modelo, lo que implica volver tantas veces como sea necesario en este orden secuencial, antes de considerarlo como idóneo o válido.

Tras haber superado la etapa anterior se podrá **utilizar** el modelo bien sea para realizar un análisis estructural, llevar a cabo la evaluación o impacto de alguna política, anticipar el valor de una variable en el tiempo (predecir). En relación a este último punto, en López 2006 se presenta una guía detallada sobre cómo llevar a cabo predicciones, a partir de una comparativa en-

² Algunos programas de uso extendido son el Eviews, el SPSS, el R, entre otros.

tre distintas técnicas econométricas; en esa misma obra, Dones y Heredero (2006) analizan las valoraciones de un grupo de empresarios sobre la utilidad y las limitaciones de las predicciones para la toma de decisiones en la empresa.

Queda así expresado de una forma resumida las cuatro fases secuenciales que involucran la elaboración de un modelo econométrico. Para más detalle ver diagrama 2.

Diagrama 2

Fases o etapas de elaboración de un modelo econométrico

Especificación Se propone:	Estimación Se procede a:	Validación Se analiza y evalúa:	Utilización Se emplea para:
<ul style="list-style-type: none"> La forma funcional que relaciona las variables. El número de variables y/o ecuaciones a incluir La información estadística (datos) a incluir y su transformación, en caso de ser necesaria. 	<ul style="list-style-type: none"> La obtención de los valores cuantitativos de los parámetros del modelo a partir de la metodología propuesta en la fase de especificación. 	<ul style="list-style-type: none"> Los signos y magnitudes obtenidas de los parámetros desde la óptica de la teoría económica. Si se cumplen las hipótesis relacionadas con los elementos del modelo. La capacidad predictiva, si este es su objetivo. 	<ul style="list-style-type: none"> Realizar predicciones de la variable de interés. Analizar las relaciones, o determinar cómo toman las decisiones los agentes económicos Evaluación de Políticas

Fuente: Elaboración propia a partir de Uriel (1997)

A modo resumen, es el uso “econometría aplicada” se puede asociar directamente al de una “herramienta” a disposición de las instituciones, (fundamentalmente políticas, económicas, científicas y educativas, entre otras), con el objetivo de llevar a cabo un análisis estructural del fenómeno bajo estudio, predecir el valor de alguna variable, o realizar algún tipo de simulación que facilite la toma de decisiones bajo un entorno cambiante. Es importante destacar que la econometría aplicada supone abordar el análisis de las complejas relaciones que subyacen tras los sistemas económicos, bajo el paraguas de la simplificación (modelo econométrico), circunscribiendo tales estudios a una dimensión espacial y temporal concreta. Pulido en su obra Modelos Econométricos (2001) presenta un amplio resumen de los campos aplicación de la econometría, considerando significativos en el área de la Economía General los siguientes:

Diagrama 3

El papel de la econometría en el análisis económico

Específicas	Sistemas Económicos	Subsistemas Económicos:
<ul style="list-style-type: none"> • Funciones de producción. • Funciones de consumo y gasto • Modelos de precios salarios. • Modelos de comercio exterior. • Demanda de dinero. • Distribución de ingresos. • Urbanismo y medio ambiente. • Movimientos migratorios 	<ul style="list-style-type: none"> • Modelos de desarrollo. • Modelos de coyuntura. • Modelos regionales. 	<ul style="list-style-type: none"> • Política fiscal. • Política educativa. • Política comercial. • Política laboral. • Política monetaria. • Política industrial. • Política agraria. • Política sanitaria.

Fuente: Antonio Pulido (2001).

5. Aplicaciones reales

Como se indicó en párrafos anteriores, los ejemplos que se incluyen en este capítulo se enmarcan dentro del análisis de dependencia y se presentan metodológicamente siguiendo un formato de ficha, en la que se destaca los siguientes aspectos:

- Breve descripción y/o utilidad de cada técnica.
- Ejemplo de campo de aplicación.
- Muestra empleada.
- Especificación de las variables incluidas en el modelo.
- Especificación general de la ecuación a estimar.
- Resultados obtenidos.
- Principales conclusiones.

El orden en el que tales técnicas se presentan se detalla a continuación:

a. Modelos uniecuacionales:

1. Modelos de regresión lineal simple (ficha 1).
2. Modelos de regresión múltiple (ficha 2).
3. Modelo de análisis de la varianza –ANOVA–, (ficha 3).
4. Modelos de diferencias en diferencia (ficha 4).

- 5. Modelos de datos de panel (ficha 5).
- 6. Modelo de Econometría Espacial (ficha 6).
- 7. Análisis de Series Temporales
 - i. Análisis de Cointegración (ficha 7).
 - ii. Modelos ARIMA (ficha 8).
- 8. Modelos logit (ficha 9).
- b. Modelos Multiecuacionales
 - 1. Modelos Input-Output (ficha 10).
 - 2. Modelos VAR (ficha 11).

Ficha 1 Modelo de regresión lineal simple

Breve Descripción/Utilidad:

Permite extraer relaciones de causalidad, así como predecir, el valor de una variable, a partir de los valores de una única variable independiente.

Ejemplo de campo de Aplicación:

Análisis de la posible existencia de convergencia (β -convergencia absoluta) en el gasto en prestaciones sociales entre los países de la UE-15, durante el período 1997-2016, Cantero, J. (2019): "Análisis de la convergencia del gasto en prestaciones sociales en la UE-15" (Trabajo de Fin de Master). Máster en Análisis Económico Moderno. Universidad Rey Juan Carlos, Madrid. Cabe destacar que la β -convergencia absoluta en materia social revela, en esta situación, la situación en la que los países con menores niveles iniciales de gasto social experimentan, a lo largo de un período, una tasa de crecimiento superior respecto a aquellos que partían con mayores niveles de gasto.

Muestra empleada:

Dimensión Espacial: Economías de la UE-15

Dimensión Temporal Total: 1997-2016

Especificación de las variables incluidas en el modelo:

Tipo de Variable	Nombres de las Variables	Siglas Utilizadas en el programa estadístico-econométrico	Medición	Fuentes de Información Estadística
Dependiente	Gasto en prestaciones sociales de la economía i.	δ_i	Tasa media de crecimiento del gasto en prestaciones sociales/ PIB, para cada economía (i).	Sistema Europeo de Estadísticas Integradas de Protección Social (SEEPROS) de Eurostat
Independiente	Gasto en prestaciones sociales de la economía en el período inicial.	$\log(g_{i,0})$	Logaritmo del gasto en prestaciones sociales / PIB, para cada economía (i)	Sistema Europeo de Estadísticas Integradas de Protección Social (SEEPROS) de Eurostat

Especificación General de la Ecuación a estimar:

$$\delta_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 \log(g_{i,0}) + u_i$$

Donde

$\delta_{i,t}$ = la tasa de crecimiento del gasto en prestaciones sociales de la economía i entre el año inicial y final de un período (calculada como la diferencia

de logaritmos).

β_0 = es la constante del modelo.

$\log(g_{i,0})$ = logaritmo del gasto en prestaciones sociales de la economía i en el período inicial (variable explicativa).

β_1 = coeficiente que recoge el efecto del gasto inicial sobre la tasa de crecimiento del período.

u_i = corresponde a la perturbación aleatoria que recoge el resto de factores inobservables transversales que siendo influyentes en la variable dependiente no han sido captados por el modelo.

Existirá β -convergencia absoluta cuando $\hat{\beta}_1$ sea menor que 0 y estadísticamente significativo

Resultados:

Además de ofrecer resultados de la β -convergencia absoluta para el conjunto del período (1997-2016) y con el fin de tener en cuenta lo que ha sucedido antes, durante y después de la recesión, se realizaron estimaciones para tres sub-períodos: antes de la recesión (1997-2007), durante la recesión (2008-2011) y después de la recesión (2012-2016).

Ecuaciones estimadas:

Coeficientes, valores del estadístico t y sus respectivos niveles de significatividad estadística

Variables	1997-2016	1997-2007	2008-2011	2012-2016
Constante	0.852851	1.073425*	0.849496*	-2.123361*
	(2.134958)	(4.163384)	(2.529057)	(-2.608336)
	[0.0524]	[0.0011]	[0.0252]	[0.0217]
$\log(g_{i,0})$	-0.231647	-0.339077*	-0.234478*	0.629644*
	(-1.828084)	(-4.145980)	(-2.230218)	(2.560941)
	[0.0906]	[0.0011]	[0.0440]	[0.0237]

* Variable estadísticamente significativa al 5%

Principales conclusiones:

- Analizando los resultados de las estimaciones de la ecuación de β -convergencia absoluta para el gasto total en prestaciones sociales (% del PIB), se observa que para el período completo (1997-2016) se obtiene un coeficiente negativo (de -0.231647), el cual no resulta estadísticamente significativo al 95% de confianza, lo que implica la no existencia de proceso de β -convergencia absoluta en el gasto total en prestaciones sociales entre los países de la UE-15 durante dicho período.

- No obstante, al examinar lo ocurrido en el período anterior a la recesión (1997-2007), se obtiene un valor negativo para $\hat{\beta}_1$ de -0.339077 que resulta estadísticamente significativo. Por tanto, se concluye que durante dicho período se ha manifestado un proceso de β -convergencia absoluta en el gasto social total. El valor del coeficiente $\hat{\beta}_1$ indica la velocidad a la que tiene lugar la convergencia.
- En el período recesivo (2008-2011) se obtiene de nuevo un coeficiente $\hat{\beta}_1$ negativo (de -0.234478) y estadísticamente significativo. A diferencia de lo obtenido para el período 1997-2007, en este caso se obtiene un coeficiente menos negativo, lo que implica una velocidad de convergencia más lenta durante el período recesivo.
- Por último, si se examina lo que ha ocurrido en el período posterior a la recesión se obtiene un coeficiente $\hat{\beta}_1$ de 0.629644. Con lo cual, en esta ocasión, se concluye que durante el período 2012-2016 no se ha manifestado un proceso de β -convergencia absoluta en el gasto total, dado que el coeficiente $\hat{\beta}_1$ toma un valor positivo, a diferencia de los períodos anteriores

Ficha 2

Modelo de regresión lineal múltiple

Breve Descripción/Utilidad:

Permite extraer relaciones de causalidad, así como predecir, el valor de una variable, en respuesta a cambios en varias variables independientes. Esta relación se puede establecer tanto en la dimensión transversal como en la temporal.

Ejemplo de campo de Aplicación:

Análisis real del impacto que tiene el E-Government³, y otros conjuntos de variables económicas e institucionales, en la reducción de la corrupción en la región latinoamericana, Moríño, G. (2020): "Análisis empírico del e-government como medio reductor de la corrupción en Latinoamérica". Trabajo de Fin de Grado en Administración y Dirección de Empresas, Universidad Autónoma de Madrid, Madrid.

Muestra empleada:

Dimensión Espacial: 21 países del área latinoamericana.

Dimensión Temporal: 2019

Especificación de las Variables incluidas en el modelo:

Tipo de Variable	Nombres de las Variables	Siglas Utilizadas en el programa estadístico-económico	Medición	Fuentes de Información Estadística
Dependiente	Índice de Percepción de la Corrupción	CPI	Índice	Transparencia Internacional
Independiente	Índice de Desarrollo de E-Government	EGDI	Índice	Naciones Unidas
Independiente	PIB per cápita	PIBpc	Dólares	Euromonitor Passport
Independiente	Estabilidad Política	EstPolítica	Índice	Euromonitor Passport
Independiente	Libertad Económica	LibEcom	Índice	Euromonitor Passport
Independiente	Libertad de derechos políticos	LibertadDerPub	Índice	Euromonitor Passport
Independiente	Empleados Públicos	EmpPublicos	Porcentaje de población ocupada	Euromonitor Passport
Independiente	Número de procedimientos para empezar un negocio	ProcEmpezarNegocio	Número	Euromonitor Passport

³ El e-Government constituye el uso de dispositivos tecnológicos de comunicación, como el empleo de ordenadores con conexión a Internet, para proporcionar servicios públicos a ciudadanos en un país.

Especificación General de la Ecuación a estimar:

$$CPI_i = \beta_1 + \beta_2 EGD_i + \beta_3 EmpPublicos_i + \beta_4 EstPolitica_i + \beta_5 LibertadDerPub_i + \beta_6 LibEcom_i + \beta_7 ProcEmpezarNegocio_i + \beta_8 PIBpc_i + u_i$$

Donde

CPI_i = corresponde al valor de la variable dependiente para el país i

$EGDI_i$ = corresponde al valor de la variable explicativa Índice de Desarrollo de E-Government para el país i

$EmpPublicos_i$ = corresponde al valor de la variable explicativa Empleados Públicos para el país i

$EstPolitica_i$ = corresponde al valor de la variable explicativa Estabilidad Política para el país i

$LibertadDerPub_i$ = corresponde al valor de la variable explicativa Libertad de derechos políticos para el país i

$LibEcom_i$ = corresponde al valor de la variable explicativa Libertad Económica para el país i

$ProcEmpezarNegocio_i$ = corresponde al valor de la variable explicativa Número de procedimientos para empezar un negocio para el país i

$PIBpc_i$ = corresponde al valor de la variable explicativa PIB per cápita para el país i

u_i = corresponde a la perturbación aleatoria que recoge el resto de factores inobservables espaciales que, siendo influyentes en CPI, no han sido captados por el modelo.

Resultados:

Ecuación estimada.

Coefficientes y valores del estadístico t

Variables	Coefficientes
Constante	-62,44938* (0,0201)
EGDI	62,58119 (0,0038)*
PIBpc	0,000289 (0,3209)
EstPolítica	25,96752* (0,0001)
LibEcom	0,714528* (0,0102)
LibertadDerPub	4,384136* (0,0320)
EmpPublicos	-0,323757* (0,0038)
ProcEmpezarNegocio	1,844490* (0,0210)

* Variable estadísticamente significativa al 5%

Principales conclusiones:

- Latinoamérica se coloca como líder mundial en el desarrollo de E-Government, corroborando el informe elaborado por la ONU (ONU, 2018).
- De acuerdo con los resultados del modelo, las variables que explican el CPI en Latinoamérica son el EGDÍ, la libertad económica, la libertad de derechos políticos y civiles, el número de procedimientos para empezar un negocio y la estabilidad política. De todas estas variables, la variable número de procedimientos para empezar un negocio es la única que presenta un beta anómalo, puesto que el signo obtenido es contrario al esperado, según el marco teórico de referencia.

Ficha 3

Metodología: Modelo de análisis de la varianza —ANOVA—

Breve Descripción/Utilidad:

Se denominan Análisis de la Varianza ANOVA a aquellos modelos de regresión lineal en los que la variable dependiente corresponde a una variable cuantitativa continua y en el que se introducen como explicativas únicamente variables dicotómicas (o ficticias), con el objetivo de cuantificar el efecto que tienen las variables cualitativas sobre las primeras. En otras palabras, sirve para comparar si las medias de la variable dependiente difieren, en términos estadístico, en las categorías o grupos establecidos en la variable independiente comúnmente denominado factor.

Para saber más

Más información se puede consultar en Pardo A y Ruiz Miguel (2002), Hair et al (2007) y Pérez (2012).

Ejemplo de campo de Aplicación:

Ha sido empleada para verificar si importantes desequilibrios macroeconómicos como el déficit fiscal o las necesidades de financiación externa constituyen variables relevantes en la explicación de las notas crediticias que otorgan las agencias de calificación Standard & Poor's, Moody's Investors Service y Fitch IBCA. Concretamente se analiza si las medias de estas variables en un grupo de países emergentes, cuyos pasivos externos se encuentran catalogados por las agencias con el grado de inversión, difieren estadísticamente de aquellos calificados con el grado especulativo, García, S. (2005): "Factores condicionantes del riesgo soberano. Una aplicación con datos de panel para las calificaciones crediticias de las economías emergentes". Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Madrid. Madrid.

Muestra empleada

Dimensión Espacial: 34 economías emergente. La selección se realizó de forma discrecional entre países del continente americano (12), europeo (12) y asiático (10).

Dimensión Temporal: 2002

Especificación de las variables incluidas en el modelo:

Tipo de Variable	Nombres de las Variables	Siglas Utilizadas en el programa estadístico-económico	Medición	Fuentes de Información Estadística
Dependiente	Déficit en cuenta corriente	CCTE	En % del PIB	Base de datos del World Economic Outlook. Fondo Monetario Internacional
Dependiente	Déficit fiscal	DFISCAL	En % del PIB	<ul style="list-style-type: none"> - Comisión Europea - Base de datos macroeconómicos de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) - Country Report. Economist Intelligence Unit (EIU)
Independiente	Calificación Crediticia	RATING	Variable dicotómica. Toma valor 0 para aquellos países cuya valoración corresponde al grado especulativo, y toma valor 1 para los países que poseen el grado de inversión	Standard & Poor's Moody's Investors Service Fitch IBCA

Especificación General de las ecuaciones a estimar:

$$CCTE_i = \beta_0 + \beta_1 RATING_i + u_i \quad (\text{Ecuación N}^\circ 1)$$

$$DFISCAL_i = \beta_0 + \beta_1 RATING_i + u_i \quad (\text{Ecuación N}^\circ 2)$$

Donde:

$CCTE_i$ = Corresponde al promedio simple, de últimos cinco años (1998-2002), del déficit anual en la cuenta corriente del país i.

$DFISCAL_i$ = Corresponde al promedio simple, de últimos cinco años (1998-2002), del déficit fiscal anual del país i.

$RATING_i$ = variable ficticia que toma el valor 1 para los países que poseen el grado de inversión y 0 para aquellos países cuya valoración de la deuda externa está catalogada con el grado especulativo en el año 2002.

u_i = corresponde a la perturbación aleatoria que recoge el resto de factores correspondientes al país i que, siendo influyentes en la variable dependiente, no han sido captados por el modelo.

Resultados:

Ecuaciones estimadas

Coeficientes, estadísticos t y F y sus respectivos niveles de significatividad estadística

Variables	Ecuaciones	
	(1)	(2)
Constante	-1,08666667 (-0,691860)	-3,53449472 (-3,980754)*
Rating	1,23403509 (0,587336)	0,74247743 (0,625113)
Estadístico F	0,3449647113 (0,561099)	0,3907664515 (0,536329)

* Variable estadísticamente significativa al 5%

Principales conclusiones:

- Atendiendo al valor de los parámetros, se pudo constatar que el valor medio de las magnitudes analizadas en los países con grado especulativo (Constante o β_1) es inferior a la media que presentan los países con grado de inversión, ya que el parámetro β_2 correspondiente a la variable Rating (el cual expresa la diferencia que existe entre la media del valor de la variable dependiente del segundo grupo respecto del primero), resultó en ambas ecuaciones positivo.
- Por otro lado, al observar los resultados del modelo ANOVA, en el que se contrasta la hipótesis nula de igualdad de medias de las variables déficit por cuenta corriente y déficit fiscal, se pudo constatar que, en el año 2002, el nivel que presentaron tales fundamentos no constituía una frontera entre los países cuyos pasivos externos contaban con el grado de especulativo, respecto de los que tenían el grado de inversión; ya que el significatividad del estadístico F superó en todo momento el 5%, pudiéndose concluir que las medias de dichas magnitudes en ambos grupos no eran estadísticamente diferentes.

Ficha 4

Metodología: Modelo de Diferencias en Diferencias

Breve Descripción/Utilidad:

Se emplean cuando se pretende medir el impacto que un tratamiento, política, ley, etc. ha tenido sobre una determinada variable. El aporte de esta clase de modelos es la utilización de un grupo de control, el cual representa un conjunto de observaciones cuya diferencia más relevante con el grupo de observaciones de estudio, o grupo objetivo, es que no se ve afectado por el tratamiento, política o ley. La función de este nuevo grupo (control) es la de filtrar los efectos distintos al tratamiento que se pretende evaluar y que podrían estar influyendo en la variable de interés.

Ejemplo de campo de Aplicación:

En este artículo se busca conocer la relación existente entre la aplicación de subsidio agrario y la evolución demográfica en las zonas rurales de la comunidad autónoma de Extremadura. Concretamente, el objetivo es determinar si el subsidio agrario ha contribuido a retener parte de la población en dichas zonas o si por el contrario la población ha evolucionado ajena al cambio que supone en la agricultura dicha prestación, Sánchez, B.; Vicéns, J. (2010): "El Impacto del Subsidio Agrario sobre la Evolución de la Población en Extremadura". Revista del Ministerio de Trabajo e Inmigración Economía y Sociedad. Vol 86. Pag. 131-143.

Muestra empleada

Dimensión Espacial: Grupo objetivo: Municipios de Extremadura. Grupo control compuesto por las localidades de la comunidad de Castilla-La Mancha procedentes de las de las provincias de Albacete, Cuenca y Ciudad Real⁴. Dimensión Temporal Total: 1960-1983 y 1986-2008.

⁴ Las zonas rurales de Guadalajara y Toledo son limítrofes con Madrid y se ven beneficiadas por la mejora de las vías de comunicación con la capital, lo que les permite convertirse en pequeñas ciudades dormitorio con el desarrollo que ello supone. Dado que lo que se pretende es que el grupo control fuera lo más parecido posible al grupo tratamiento, los autores no consideraron adecuada la inclusión de los municipios de ambas provincias por presentar unas características muy distintas al de zonas rurales consideradas similares del resto de Castilla-La Mancha y de Extremadura.

Especificación de las variables incluidas en el modelo:

Tipo de Variable	Nombres de las Variables	Indicador empleado /Siglas empleadas en el programa informático	Medición
Dependiente	Variación de la población.	Y_{ijt}	Variable ficticia que toma el valor 1 si el individuo pertenece al grupo tratamiento, es decir, el que recibe el tratamiento, y 0 en caso contrario.
Independiente	Período de aplicación del subsidio.	X_{it} / tiempo	Variable ficticia que toma el valor 1 en el momento en el que ya se ha introducido el cambio que se quiere evaluar y 0 en el momento anterior.
Independiente	Grupo al que pertenece las observaciones.	X_{ij} /grupo	Variable ficticia que toma el valor 1 si el individuo pertenece al grupo tratamiento, es decir, aquél que recibe el tratamiento y 0 en caso contrario.
Independiente	Interacción	X_{ijt} /inte	Variable ficticia que resulta del producto de las dos anteriores y recoge el efecto del cambio en el grupo tratamiento (valor 1) y cero en caso contrario.
Independiente	Tasa de Paro	Paro	%
Independiente	Grado de Aislamiento de cada municipio	Dista	Medido como la distancia del municipio a la cabecera de área comercial más próxima. La definición de un municipio como cabecera de área va en función del volumen de población que atrae gracias a su equipamiento comercial.

Especificación General de la Ecuación a estimar:

$$Y_{ijt} = \beta_0 + \beta_1 \text{Grupo}_{ij} + \beta_2 \text{Periodo}_{it} + \beta_3 \text{Inte}_{ijt} + \beta_4 \text{Paro}_{it} + \beta_5 \text{Dista}_{it} + u_{ijt}$$

Donde:

Y_{ijt} := Es la variación de la población del municipio i, perteneciente al grupo j (con j=1 para Extremadura por ser el grupo objetivo, y j=0 para Castilla la Mancha por ser el grupo control).

Grupo_{ij} = variable ficticia que toma el valor 1 cuando el municipio perteneciese Extremadura y 0 en caso contrario⁵.

Periodo_{it} = variable ficticia que toma el valor 1 en el período de aplicación del subsidio que va desde 1986 hasta 2008, y t=0 el periodo anterior 1960-1983.

⁵ Se han excluido los municipios de más de 10.000 habitantes por considerarse ya zonas urbanas. Asimismo, no se han incluido los de menos de 1.000 ya que para el caso de la variable «paro», los municipios pequeños distorsionan el análisis al contar muchos de ellos con tasas de paro casi nulas debidas a que en dichas localidades, gran parte de la población se encuentra jubilada y mucha de la que no lo está reside en el municipio precisamente porque es su lugar de trabajo.

$Inte_{ijt}$ = variable ficticia que toma el valor 1 para los municipios de Extremadura en el periodo 1986-2008 y 0 para el resto.

$Paro_{ij}$ = valor de la variable Tasa de paro para el municipio i en el período j.

$Dista_{ij}$ = Valor de la variable Grado de Aislamiento de cada municipio para el municipio i en el período j

u_{ij} = corresponde a la perturbación aleatoria que recoge el resto de factores correspondientes al municipio i en el momento t que, siendo influyentes en la variable dependiente, no han sido captados por el modelo.

Resultados:

Ecuación estimada.

Coefficientes y errores estándar:

Variables	Coefficientes
Constante	-22,62*** (2,758)
Grupo	2,840 (2,168)
Periodo	24,46*** (1,777)
Inte	-6,191** (2,945)
Dista	-0,116*** (0,0234)
Paro	-0,523* (0,283)

Standard errors in parentheses

*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$

Principales conclusiones:

- Las variables "dista" y "paro" aparecen en la ecuación con signo negativo, es decir, que cuanto más aislado esté un municipio y mayor tasa de paro presente, su población se verá más afectada en forma negativa por la emigración.
- El signo de la variable que representa el efecto del subsidio agrario (inte) es negativo, lo que estaría indicando que éste tiene una influencia negativa sobre la población. Sin embargo, no se puede afirmar de manera contundente que el subsidio agrario sea el responsable de parte de la emigración que ha tenido lugar en los pueblos de Extremadura; ya se ha

dicho que la desagregación territorial y el amplio intervalo temporal con el que se está tratando hacen complicado encontrar tantas variables como sería deseable, por tanto, la variable ficticia *inte* no sólo estaría representando el efecto del subsidio, sino que incluiría también otros factores distintos a éste que influyen de forma negativa sobre la población. No obstante, lo que sí se puede afirmar, es que Extremadura ha sido duramente castigada por la emigración de las zonas rurales y el subsidio agrario no ha sido capaz de poner freno a esta situación.

- Por último, hay que señalar que los resultados del modelo podrían presentar problemas de endogeneidad, puesto que, sería lógico decir que, si la tasa de paro de un municipio es muy elevada, su población tenderá a marcharse a otros lugares en busca de empleo. A lo que podría añadirse que la tasa de paro de una localidad puede resultar muy pequeña producto de que en ella residen pocos habitantes, de manera que aquí sería la población la que estaría condicionando a la variable paro.

Ficha 5

Metodología: Modelos de Datos de Panel

Breve Descripción/Utilidad:

Permite extraer relaciones de causalidad o de comportamiento a través de un conjunto de variables analizadas en distintas dimensiones (transversal y temporal). Este hecho favorece el estudio u observación de un conjunto de individuos (empresas, estados, países) en distintos momentos del tiempo.

Para saber más

Más información se puede consultar en Gujarati (2004) y Pérez (2006).

Ejemplo de campo de Aplicación:

Obtención de una medida de Riesgo Soberano, correlacionada con las valoraciones crediticias de las agencias Standard & Poor's, Moody's Investor Service y Fitch Rating, a través de la cual se puede determinar la capacidad de pago de la deuda soberana en moneda extranjera de un conjunto de países emergentes, García, S.; Vicéns, J. (2006): "Factores condicionantes en la medición del riesgo soberano en los países emergentes". Revista Estudios de Economía Aplicada. Vol. 24-1, Pag. 245-272.

Muestra empleada

Dimensión Espacial: 34 países emergentes

Dimensión Temporal: Período 2000-2004

Especificación de las variables incluidas en el modelo:

Tipo de Variable	Nombres de las Variables	Siglas Utilizadas en el programa estadístico-ecónomico	Medición	Fuentes de Información Estadística
Dependiente	Rating Crediticio de la deuda externa soberana	RAT	Elaboración propia a partir de la información suministrada por las agencias de calificación crediticia. Se procedió a transformar la valoraciones emitidas desde una escala ordinal a numérica, a través de una transformación lineal	Moody's Standard & Poor's (S&P Global Ratings) Fitch Rating
Independiente	Producto Interior Bruto por Habitante	PIB per-cápita	Producto Interior Bruto anual por habitante, expresado en paridad del poder adquisitivo (PPP)	World Economic Outlook Database.
Independiente	Desempleo	Paro	Relación porcentual entre la población parada y la población activa	Euromonitor Passport
Independiente	Deuda Externa en Porcentaje del Pib.	DEUIPB	Saldo anual de la deuda externa en porcentaje del PIB	Elaboración propia a partir de la información suministrada por el fondo Monetario Internacional
Independiente	Crecimiento Económico	CRECI	Promedio simple (últimos cinco años) de la tasa de crecimiento anual del Producto Interior Bruto en términos reales.	World Economic Outlook Database.

Especificación General de la Ecuación a estimar:

$$y_{it} = \alpha_i + \beta_1 x_{1it} + \beta_2 x_{2it} + \dots + \beta_k x_{kit} + u_{it}$$

La cual supone la existencia de N unidades distintas en el espacio transversal y T

$$t=1,2,\dots,T; i=1,2,\dots,N$$

períodos de tiempos en la dimensión temporal. Por lo que se tiene un total de $N \times T$ datos muestrales.

Donde

Y_{it} = corresponde al valor de la variable dependiente para el individuo i en el período t

X_{jit} = corresponde al valor de la variable explicativa j-ésima para el individuo i en el período t

u_{jit} = corresponde a la perturbación aleatoria que recoge el resto de factores inobservables transversales y los variables en el tiempo que siendo influyentes en Y_{it} no han sido captados por el modelo.

Resultados:

Ecuación estimada.

Coeficientes y valores del estadístico t

Variables	Coefficientes
Constante	-
PIB per-cápita	0.002403* (7.180350)
Paro	-1.099075* (-3.184812)
DEUIB	-0.145465* (-4.040374)
CRECI	1.266275* (4.276547)

* Variable estadísticamente significativa al 5%

Principales conclusiones:

- Tal y como se puede apreciar las variables PIB per cápita y crecimiento económico (CRECI) son factores que contribuyen directamente con una mejor solvencia crediticia, de acuerdo al criterio de las agencias de calificación. De igual modo en el panel puede observarse que la deuda pública en términos del PIB y la variable Paro son fundamentos considerados por las agencias como factores que menoscaban la generación de recursos necesarios para el pago de los compromisos externos, los cuales se encuentra en línea con lo establecido en el marco teórico.
- El modelo estimado corresponde al modelo de panel con efectos fijos lo que implica la estimación de tantas ordenadas en el origen (efectos denominados inobservables a través de variables independientes) como países incluidos en el análisis. Tras la ordenación ascendente se observó que las agencias operan de manera conservadora o cauta al otorgar la calificación crediticia de un país que en el pasado hubiese presentado una profunda inestabilidad financiera, ya que en el primer cincuenta por ciento se encontraron los países que habían presentado, en los diez años anteriores al estudio, por lo menos alguno de los tres tipos de crisis financieras: cambiaria, de deuda o bancaria, tal es el caso de Turquía, Rusia, Indonesia, Corea, Argentina, Brasil, México, Venezuela y Ecuador. En cambio, en el grupo extremo y en la misma línea se encontraron en su mayoría países emergentes que habían mantenido un ambiente macroeconómico comparativamente más estable.

Ficha 6

Metodología: Modelos de Econometría Espacial

Breve Descripción/Utilidad:

Permite extraer una relación de causalidad a través de un conjunto de variables analizadas en una dimensión espacial (o geográfica). Este hecho favorece el estudio de un conjunto de países o regiones a través de una relación de causalidad que relaciona diversas variables de tipo socioeconómico.

Video 2

La econometría de los datos espaciales



Fuente: Carrasco, Coro. [Coro Carrasco]. (2 de febrero de 2017). *TEMA 10 Modelos de regresión espacial A* [Archivo de vídeo]. Recuperado de https://www.youtube.com/watch?v=Bw7ghS9wmsM&ab_channel=CoroChasco

Ejemplo de campo de aplicación:

Cuantificación del impacto que tiene el mejoramiento o el empeoramiento de las libertades civiles en un país del mundo sobre los países vecinos, Chasco C, M Lacalle and J Alfonso (2017) Spatial contagion of civil liberty: some evidence from a spatial econometrics analysis, *Paradigma Económico* 9(2), 5-32.

Muestra empleada

Dimensión Espacial: 67 países en vías de desarrollo

Dimensión Temporal: Año 2010

Especificación de las variables incluidas en el modelo:

Tipo de Variable	Nombres de las Variables	Siglas Utilizadas en el programa estadístico-econométrico	Medición	Fuentes de Información Estadística
Dependiente	Índice de libertades civiles.	icl	Re-escalamiento del índice original ("CL") del 0 al 1, siendo 0 el nivel nulo y 1 el nivel máximo.	Freedom House y elaboración propia
Independiente	Retardo espacial del índice de libertades civiles	Wicl	Valor medio de la variable "icl" en los países vecinos a uno dado.	Freedom House y elaboración propia
Independiente	Religión predominante: el Islam.	musl	Variable "dummy" que vale "1" en los países cuya religión dominante sea el Islam y "0" en el resto.	Association of Religion Data Archive (ARDA)
Independiente	Religión predominante: el budismo.	budd	Variable "dummy" que vale "1" en los países cuya religión dominante sea el budismo y "0" en el resto.	Association of Religion Data Archive (ARDA)
Independiente	Usuarios de Internet	inter	Porcentaje de usuarios de Internet sobre el total de la población.	International Telecommunication Union
Independiente	Primer idioma: árabe	arab	Variable "dummy" que vale "1" en los países cuyo primer idioma sea el árabe y "0" en el resto.	Base de datos cartográfica del software ArcGIS de ESRI
Independiente	Primer idioma: chino	chin	Variable "dummy" que vale "1" en los países cuyo primer idioma sea el chino y "0" en el resto.	Base de datos cartográfica del software ArcGIS de ESRI
Independiente	Primer idioma: portugués	portu	Variable "dummy" que vale "1" en los países cuyo primer idioma sea el portugués y "0" en el resto.	Base de datos cartográfica del software ArcGIS de ESRI
Independiente	Origen del sistema legal: Reino Unido	leguk	Variable "dummy" que vale "1" en los países cuyo origen del sistema legal es el Reino Unido.	La Porta et al. (2008) ¹
Independiente	Origen del sistema legal: Unión Soviética	legsov	Variable "dummy" que vale "1" en los países cuyo origen del sistema legal es el Reino Unido.	La Porta et al. (2008)
Independiente	Altura máxima sobre el nivel del mar.	altimax	Variable medida en metros.	Elaboración propia con un sistema de información geográfica

Especificación General de la Ecuación a estimar:

$$icl_i = \rho Wicl_i + \beta_0 + \beta_1 musl_i + \beta_2 budd_i + \beta_3 inter_i + \beta_4 arab_i + \beta_5 chin_i + \beta_6 portu_i + \beta_7 leguk_i + \beta_8 legsov_i + \beta_9 altimax_i + u_i$$

Que supone la existencia de N unidades distintas i en el espacio.

$$i = 1, 2, \dots, 175$$

Donde

icl_i = corresponde al valor de la variable dependiente para el país i

$Wicl_i$ = corresponde al valor de la variable explicativa $Wicl$ para el país i

$musl_i$ = corresponde al valor de la variable explicativa $musl$ para el país i

$budd_i$ = corresponde al valor de la variable explicativa $budd$ para el país i

$inter_i$ = corresponde al valor de la variable explicativa $inter$ para el país i

$arab_i$ = corresponde al valor de la variable explicativa $arab$ para el país i

$chin_i$ = corresponde al valor de la variable explicativa $chin$ para el país i

$portu_i$ = corresponde al valor de la variable explicativa $portu$ para el país i

$leguk_i$ = corresponde al valor de la variable explicativa $leguk$ para el país i

$legsov_i$ = corresponde al valor de la variable explicativa $legsov$ para el país i

$altimax_i$ = corresponde al valor de la variable explicativa $altimax$ para el país i

u_i = corresponde a la perturbación aleatoria que recoge el resto de factores inobservables espaciales que, siendo influyentes en icl_i , no han sido captados por el modelo.

Resultados:

Ecuación estimada:

Coeficientes

	Coeficientes (efectos directos)	Coeficientes estandarizados
Constant	0,337***	-
Wicl	0,296***	-
Musl	-0,139***	-0,202
Budd	-0,152**	-0,117
Inter	0,005***	0,463
Arab	-0,221***	-0,217
Chin	-0,189*	-0,082
Portu	0,164**	0,107
Leguk	0,102***	0,158
Legsov	-0,422**	-0,105
Altimax	-0,00001*	-0,067

*** Variable estadísticamente significativa al 1%; ** al 5%; * al 10%

Principales conclusiones:

- El modelo especificado es un modelo autorregresivo especial o modelo SAR ("spatial autoregressive"), que se ha estimado por el método de máxima verosimilitud. El resultado más importante de este modelo viene dado por la elevada significación estadística del coeficiente correspondiente a la variable espacial de contagio de las libertades civiles desde un país hacia sus vecinos. Su valor de 0,296 es la tasa de contagio espacial, de forma que podemos afirmar que aproximadamente un 30% del nivel de libertades de un país procede del nivel medio de las libertades en los países vecinos. Por tanto, podríamos afirmar que existe un efecto dominó en este fenómeno, es decir, que una mejora o empeoramiento en el nivel de libertades de un país tendrá consecuencias positivas o negativas en el nivel de libertades civiles los países vecinos, respectivamente.
- Además, de los signos de los coeficientes podría deducirse que las variables con impacto positivo sobre el índice de libertades civiles son el porcentaje de usuarios de Internet, tener el portugués como la primera lengua y que el origen del sistema legal sea el británico. Con un impacto negativo sobre las libertades civiles se encuentran las variables de altitud, tener como dominantes las religiones musulmana y budista, que la primera lengua sea el área y el chino y que el origen del sistema legal sea el soviético.
- Los impactos de las variables "dummies" se interpretan de la forma siguiente: los países en los que las religiones dominantes son la musulmana y la budista el nivel de libertades civiles es aproximadamente de 0,1 puntos inferior –en la escala de 0 al 1- del índice de libertades civiles. Con un impacto positivo sobre las libertades civiles está la variable de usuarios de Internet, de forma que el incremento en un 10% de usuarios de Internet produce un incremento de 0,05 puntos en el índice.
- Si se estandarizan las variables y coeficientes haciéndolos comparables, vemos que la variable más influyente sobre las libertades civiles es el porcentaje de usuarios de Internet, que es dos veces más importante que tener el árabe como primera lengua y el cuatro veces más que tener el budismo como religión dominante.

Ficha 7

Metodología: Modelos de Regresión Múltiple con series temporales. Aplicación del análisis de raíces unitarias y cointegración.

Breve Descripción/Utilidad:

La aplicación del análisis de cointegración a un modelo de regresión lineal permite verificar la existencia de una relación no espurea⁶ entre variables, lo que se asocia en términos estadísticos a la idea de equilibrio estable, en el sentido de que cuando existe cualquier desviación en la mencionada relación ésta no puede crecer de manera ilimitada, dándole por tanto validez al modelo en el largo plazo.

Para saber más

Más información se puede consultar en Stock y Watson (2012) y Pérez (2006).

Ejemplo de campo de Aplicación:

Análisis de la incidencia que tiene la fiscalidad en la decisión de localizar una sociedad holding en España. Se utiliza un análisis de series temporales debido a la existencia de una estructura tributaria común en la que no existe diferencias territoriales en el plano fiscal, excepto en el caso de los regímenes tributarios forales, quedando excluidos de esta investigación, Cárdenas, G. (2012): "La incidencia de la fiscalidad en la localización de las sociedades Holding en España y Suiza: Una aproximación teórico-empírica". Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Madrid. Madrid.

Muestra empleada

Dimensión Espacial: España.

Dimensión Temporal Total: 1995-2010

⁶ Las relaciones espurias o sin sentido se derivan cuando no existiendo una relación real alguna entre las variables incluidas en un modelo (generalmente de series temporales), la correlación obtenida entre dichas variables resulta alta, de forma tal que las pruebas estadísticas y los indicadores de bondad global como R^2 , indican equivocadamente que el modelo es estadísticamente correcto.

Especificación de las variables incluidas en el modelo:

Tipo de Variable	Nombres de las Variables	Siglas Utilizadas en el programa estadístico-econométrico	Medición	Fuentes de Información Estadística
Dependiente	Número de sociedades holding en España	HOLDING_ESPANA	Número de sociedades	SABI
Independiente	Tipo efectivo del impuesto sobre sociedades	TIPO_EFECTIVO	Porcentaje	Informe anual del Ministerio de Hacienda sobre el impuesto de sociedades: análisis de los datos estadísticos del ejercicio
Independiente	Convenios para evitar la doble imposición internacional	CDI	Número de convenios	Memoria anual de la Administración Tributaria
Independiente	Libertad fiscal	LIBERTAD_FISCAL	Puntos (de 0 100). A mayor puntuación, mayor libertad	Index of Economic Freedom. The Heritage Foundation
Independiente	Libertad de negocio	LIBERTADENEGOCIO	Puntos (de 0 100). A mayor puntuación, mayor libertad	Index of Economic Freedom. The Heritage Foundation

Especificación General de la Ecuación a estimar:

$$\text{HOLDING_ESPANA}_t = \beta_1 + \beta_2 \text{TIPO_EFECTIVO}_t + u_t \quad \text{Ecuación (1)}$$

$$\text{HOLDING_ESPANA}_t = \beta_1 + \beta_2 \text{CDI}_t + u_t \quad \text{Ecuación (2)}$$

$$\text{HOLDING_ESPANA}_t = \beta_1 + \beta_3 \text{LIBERTAD_FISCAL}_t + u_t \quad \text{Ecuación (3)}$$

$$\text{HOLDING_ESPANA}_t = \beta_1 + \beta_2 \text{LIBERTAD_FISCAL}_t + \beta_3 \text{LIBERTADENEGOCIO}_t + u_t \quad \text{Ecuación (4)}$$

Donde

HOLDING_ESPANA_t: corresponde al valor de la variable dependiente para el año t

Tipo_Efectivo_t: corresponde al valor de la variable explicativa Tipo efectivo del impuesto sobre sociedades para el año t

CDI_t: corresponde al valor de la variable explicativa Convenios para evitar la doble imposición internacional para el año t

LIBERTAD_FISCAL_t: corresponde al valor de la variable explicativa Libertad fiscal para el año t

LIBERTADENEGOCIO_t = corresponde al valor de la variable explicativa Libertad de negocio para el año t

u_t = corresponde a la perturbación aleatoria que recoge el resto de factores inobservables que, siendo influyentes en la variable HOLDING_ESPANA, no han sido captados por el modelo.

Resultados:

Ecuaciones estimadas.

Coefficientes y nivel de significatividad estadística

Variables	Coeficientes			
	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4
Constante	1.878,09* (0,01)	-269,31* (0,01)	-2.594,18* (0,00)	-3.814,7* (0,00)
TIPO_EFECTIVO	-55,9* (0,08)			49,9* (0,01)
CDI		17,58* (0,00)		
LIBERTAD_FISCAL			62,7* (0,00)	
LIBERTADENEGOCIO				26,02* (0,00)

* Variable estadísticamente significativa al 5%

Principales conclusiones:

- Se llevaron a cabo diversas estimaciones tomando exclusivamente como variables independientes aquellas que hacen referencia a la fiscalidad. Analizando la validez de los parámetros en cada una de las estimaciones habría que señalar que todos los coeficientes asociados a las variables fiscales presentaron los signos esperados, de acuerdo a lo expresado en el marco teórico:

Variable	Signos
Tipo efectivo del impuesto sobre sociedades (TIPO_EFECTIVO)	Negativo: Un aumento del tipo efectivo del impuesto sobre sociedades disminuye el número de sociedades holding en España. El tipo efectivo es una variable directamente relacionada con la localización de las sociedades holding, ya que este representa la carga tributaria que debe asumir la sociedad, incluso después de deducirse la doble imposición internacional.
Convenios para evitar la doble imposición internacional (CDI)	Positivo: Un incremento en los convenios de doble imposición aumenta el número de sociedades holding en España. Esta variable es fundamental en la localización de las sociedades holding, debido a que dependiendo de la red de convenios para evitar la doble imposición que tiene firmado un país hace que las sociedades con participaciones extranjeras tengan una baja o nula tributación en la fuente, o en su caso, evita o neutraliza la doble imposición internacional.
Libertad Fiscal (LIBERTAD_FISCAL)	Positivo: A mayor libertad fiscal mayor número de sociedades holding en España. La libertad fiscal engloba tres principios: el poder de lo individual, la no discriminación, y la apertura a la competencia, por tanto a medida que disminuye la interferencia del Estado en materia tributaria aumenta la libertad fiscal y por consiguiente, aumenta la localización de sociedades holding.

- Tras analizar los estadísticos de bondad global de los modelos 1 al 3, se decidió realizar una cuarta estimación incluyendo, exclusivamente, como variable proxy del impacto fiscal la variable Libertad Fiscal. Para completar la especificación se procedió a incluir la variable Libertad para hacer negocio (LIBERTADENEGOCIO) al modelo considerado anteriormente como base o inicial.
- Tras verificar la existencia de relaciones de cointegración, se estimó el modelo definitivo (número 4) obteniéndose los siguientes resultados:

Variable:	Signos
Libertad Fiscal (LIBERTAD_FISCAL)	Negativo. Mismas conclusiones derivadas del modelo 3
Libertad para hacer negocio (LIBERTADENEGOCIO)	Positivo: A medida que aumenta la libertad de negocios, el número de sociedades holding en España también aumenta. La libertad para hacer negocios implica facilidades para emprender, desarrollar y liquidar una empresa, desde puntos de vista regulatorios, administrativos, económicos, en consecuencia a mayor libertad en estos ámbitos, las sociedades holding responden de forma positiva a la localización en estas jurisdicciones tributarias.

Ficha 8

Metodología: Modelo ARIMA

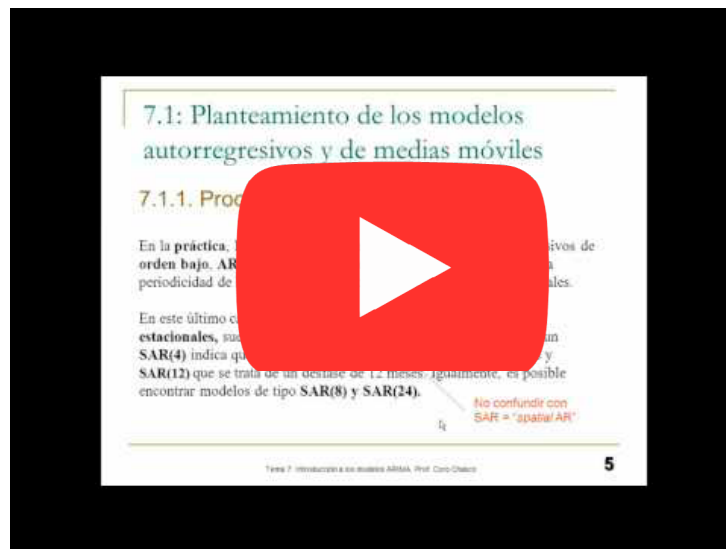
(Autoregresivo, integrado, de medias móviles)

Breve Descripción/Utilidad:

Se emplean para describir un valor como una función lineal de datos anteriores y de errores debido al azar. Su principal utilidad se asocia con la capacidad de predecir variables en diversos ámbitos, entre los que destaca el económico-financiero, meteorológico, biológico, etc. La utilización de modelos ARIMA se restringe a series largas y fundamentalmente de "alta frecuencia" y su utilidad se centra en el pronóstico a corto plazo, pero no para la comprensión estructural del fenómeno o la simulación de escenarios.

Video 3

Introducción a los modelos ARIMA



Fuente: Carrasco, Coro. [Coro Carrasco]. (22 de enero de 2017). *TEMA 9 Modelos ARIMA A* [Archivo de vídeo]. Recuperado de https://www.youtube.com/watch?v=nHtLwXNSs40&t=2s&ab_channel=-CoroChasco

Ejemplo de campo de Aplicación:

En esta investigación es utilizado para analizar y predecir la serie de tiempo relacionada con los volúmenes anuales (millones de $m^3/año$) del caudal del río Magdalena en Colombia, Amarís, G.; Ávila, H. y Guerrero, T. (2017). Aplicación de modelo ARIMA para el análisis de series de volúmenes anuales en el río Magdalena. *Revista Tecnura*, 21 (52), 88-101.

Muestra empleada

Dimensión Espacial: Se emplearon los registros históricos de volumen del río Magdalena (Colombia) de la estación Calamar (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia-Ideam)

Dimensión Temporal: Desde 1967 hasta 2015.

Especificación General de la Ecuación a estimar:

En términos generales, un modelo ARIMA consiste en la combinación de un término autorregresivo (AR) y un término de promedio móvil (MA) que permite describir una serie de observaciones después de que hayan sido diferenciada d veces, a fin de extraer las posibles fuentes de no estacionariedad. En general estos modelos se referencian con la palabra ARIMA (p,d,q) . Donde (p) se refiere al orden del modelo autorregresivo; (d) , al término de diferenciación, y (q) , al término de media móvil con q términos de error. La estructura general de estos modelos se expresa a través de la siguiente ecuación:

$$Y_t = \phi_1 Y_{t-1} + \dots + \phi_p Y_{t-p} + \varepsilon_t + \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \dots + \theta_q \varepsilon_{t-q}$$

Donde:

Y_t = Corresponde al valor de la variable dependiente a modelizar.

ϕ = Corresponde al valor de los p coeficientes de los valores autorregresivos de la variable dependiente

θ = Corresponde al valor de los q coeficientes de la media móvil.

ε_t = término de error

Resultados:

Tras realizar el análisis de distintas posibles especificaciones se determinó que el mejor modelo que se ajusta al registro real es un modelo ARIMA $(0, 1, 1)$, lo que corresponde con una media móvil de orden 1, comúnmente conocido con un MA (1) , cuya serie original (en este caso) tuvo que ser diferenciada una vez para convertirla en estacionaria. Dicho modelo se puede representar a través de la siguiente ecuación:

$$Y_t = \varepsilon_t + \theta_1 \varepsilon_{t-1}$$

Modelo ARIMA estimado.

Coeficientes, errores estándar, valores del estadístico t y nivel de significatividad estadística:

Variables	Coeficientes	Error estándar	Estadístico t	Nivel de significatividad estadística
MA (1)	1,050	0,1158	9,130	0,000
Constante	-0,240	0,099	-2,460	0,018
Media	0,9965	0,5061		

Principales conclusiones:

- Tras la aplicación del modelo, el pronóstico del volumen del río Magdalena, durante el periodo 2013 a 2024, estima un valor máximo que oscila entre los 289.695 millones de m³ y los 309.847 millones de m³. En lo que respecta al volumen mínimo, las estimaciones señalan una variación que se encuentra entre 179.123 millones de m³ y 157.764 millones de m³.
- La aplicación de esta clase de modelos permite obtener aproximaciones de los caudales de los ríos (máximo y mínimos) para periodos cortos de tiempo, tomando en cuenta, a su vez, los cambios que pueden experimentar los caudales ante las intervenciones llevadas a cabo por los seres humanos. Esto implica que la utilización de modelos estocásticos para estudiar fenómenos naturales, que también son de carácter estocástico/ aleatorio, constituye una herramienta altamente útil para la planificación, diseño y operación de problemas complejos asociados a los recursos hídricos.

Ficha 9

Metodología: Modelos Logit

Breve Descripción/Utilidad:

Son técnicas no lineales y forman parte de la familia de los modelos de elección discreta. La utilidad de esta clase de modelos radica en que permite la modelización de variables de tipo cualitativo, que reflejan decisiones individuales en las que el conjunto de elección está formado por alternativas separadas y mutuamente excluyentes. Por tanto, permiten caracterizar la probabilidad de que un agente tome una determinada decisión discreta, condicionada a los valores de un grupo de variables independientes.

Ejemplo de campo de Aplicación:

Empleado para identificar aquellos indicadores útiles para la predicción anticipada (probabilidad de que tenga lugar) una crisis cambiaria⁷ en la región latinoamericana, bajo la perspectiva temporal del medio plazo, Medina, E.; Vicéns, J. (2006): "Selección de indicadores adelantados de crisis cambiarias en Latinoamérica bajo un enfoque econométrico". Cuadernos de Economía. Vol. 29, pag. 85-118.

Muestra empleada

Dimensión Espacial: Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Ecuador, Guatemala, México, Paraguay, Perú, República Dominicana y Venezuela.

Dimensión Temporal: 1990-2002. La periodicidad de la información es mensual, por lo que según los autores señalan que para algunos indicadores fue necesario la aplicación de técnicas de interpolación.

⁷ Una crisis cambiaria se inicia con un ataque especulativo contra la moneda nacional, el cual se justifica por la ganancia que reporta al especulador al comprar moneda extranjera que, de producirse la crisis cambiaria, verá incrementado su valor percibiendo ganancias

Especificación de las variables incluidas en el modelo:

Tipo de Variable	Categorías de las Variables	Indicador empleado / Siglas empleadas en el programa informático	Medición
Dependiente	Crisis Cambiaria	Crisis	Toma valores 1= en aquellas observaciones en que se produce una crisis (y en las 11 anteriores). Toma valores 0 = para el resto de observaciones muestrales.
Independiente	Indicador de la Balanza de Pagos	Importaciones/(VIMP)	Tasa de crecimiento (%)
Independiente	Desequilibrios macroeconómicos internos	PIB/(VPIN)	Tasa de crecimiento (%)
		Deficit Público/(DP).	% PIB
Independiente	Expectativas de los agentes económicos	Tipo de Interés/(TI)	%
Independiente	Efecto contagio	Indicador de Contagio/ (Contagio)	Variable que identifica el número de crisis cambiarias ocurridas en la región en el mismo momento temporal.
Independiente	Endeudamiento externo	Deuda externa/(Deu/Res)	% reservas

Especificación General de la Ecuación a estimar:

$$\text{Prob (CRISIS} = 1) = \frac{1}{1 + e^{-(\beta_1 + \beta_2 \text{VIMP}_{2i} + \beta_3 \text{VPIB}_{3i} + \beta_4 \text{DP}_{4i} + \beta_5 \text{TI}_{5i} + \beta_6 \text{Contagio}_{6i} + \beta_7 \text{Deu/Res}_{7i})}}$$

Donde

CRISIS_i = corresponde al valor de la variable dependiente para el país i

VIMP_i = corresponde a la tasa de crecimiento de la variable explicativa Importaciones para el país i

VPIB_i = corresponde a la tasa de crecimiento de la variable explicativa PIB para el país i

DP_i = corresponde al valor de la variable explicativa Déficit Público para el país i

TI_i = corresponde al valor de la variable explicativa Tipo de Interés para el país i

Contagio_i = corresponde al valor de la variable explicativa contagio para el país i

Deu/Res_i = corresponde al valor de la variable explicativa Deuda/Reservas para el país i

Resultados:

Ecuación estimada:

Coeficientes y valores del estadístico t

Variables	Coeficientes
Constante	-3,31* (0,0000)
VIMP	-0,01* (0,0062)
VPIB	-0,14* (0,0000)
DP	-0,47* (0,0008)
TI	0,06* (0,0000)
Contagio	0,43* (0,0000)
Deu/Res	0,01* (0,0001)

* Variable estadísticamente significativa al 5%

Principales conclusiones:

- Las expectativas de los agentes económicos constituyen el principal factor de presión cambiaria en las crisis latinoamericanas.
- Se corrobora la existencia de canales de contagio de las crisis⁸ a nivel regional. La significatividad estadística correspondiente a la variable explicativa que denota la presencia de crisis cambiarias temporalmente coincidentes en otras economías del área es la base de esta afirmación.
- En el medio plazo, el estudio de las crisis cambiarias debe abordarse a través del seguimiento de los siguientes indicadores: tipos de interés, actividad económica, déficit público, importaciones, contagio, y ratio deuda externa sobre reservas.
- Las crisis se explican en contextos donde tiene lugar el deterioro económico o el incremento en el nivel de endeudamiento, lo que genera una salida de capital del país que provoca un ajuste en la balanza por cuenta corriente vía importaciones, lo que deteriora, aún más, el crecimiento económico y la capacidad de pago de las economías.

⁸ En esta aportación, una crisis cambiaria tiene lugar cuando la variación intermensual del tipo de cambio supera, para cada país, a su media muestral en más 1,5 veces la desviación típica

Ficha 10

Metodología: Análisis Input-Output (Modelo de Leontief)

Breve Descripción/Utilidad:

Las tablas input-output constituyen una forma integrada de representar información estadística relacionada con transacciones intersectoriales, configurando las relaciones entre las magnitudes económicas implicadas, Pulido y Fontela, (1993). Su empleo es diverso, pudiéndose destacar, entre otros usos los siguientes: analizar la estructura productiva de una economía y sus cambios en el tiempo, realizar estimaciones del impacto del cambio de un insumo sobre la producción y el consumo (siempre y cuando los coeficientes que denotan la estructura productiva se mantengan constantes en el tiempo) y estimar el valor agregado de la producción.

Ejemplo de campo de Aplicación:

Estimación de la huella de carbono⁹ (emisiones inducidas) generada por la producción indirecta (consumo intermedio) de los materiales de construcción (huella de producto)¹⁰ empleados en la promoción residencial Célere Villaverde¹¹. Para tal fin se empleará el “Enfoque de Valor”, el cual utiliza los flujos monetarios de los materiales adquiridos a los diferentes proveedores clasificados por ramas de actividad, según los códigos CNAE¹², Fernández, P.; Pérez, J. (2020): “Estimación de la Huella de Carbono de la promoción residencial”. Observatorio UAM-Vía Célere para la sostenibilidad Ambiental de la Edificación Residencial. Informe correspondiente a enero 2020.

Muestra empleada

Dimensión Espacial: Célere Villaverde, promoción de 98 viviendas, con una superficie total construida de 15.428,85 m², edificada a 5 alturas en la calle San Jenaro de Madrid, España. La finca incluye viviendas de 2, 3 y 4 dormitorios y en las áreas comunes se dispone de piscina, salones sociales, pista deportiva, gimnasio y zona infantil.

⁹ Se entiende como Huella de carbono a la totalidad de gases de efecto invernadero (GEI) emitidos de manera directa o indirecta por un individuo, organización, evento o producto. Bajo el enfoque de valor, la Huella de Carbono de los materiales vendría determinada a partir del valor total de la producción total de bienes y servicios de las distintas ramas de actividad necesarios para desarrollarla, bajo la premisa de que existe una relación directa entre el valor total de los bienes y servicios producidos en cada una de estas ramas y las emisiones de GEI necesaria para alcanzar dicha producción en cada una de ellas.

¹⁰ Mide la totalidad de gases de efecto invernadero emitido durante todo el ciclo de vida de un producto, el cual abarca desde el proceso de extracción de las materias primas empleadas, su fabricación, distribución y uso del producto final, hasta la vida útil una vez descontada toda la depreciación, en esta última etapa se incluye el depósito, su reutilización o incluso su reciclado.

¹¹ Ver dimensión espacial en el apartado de la muestra empleada.

¹² El código CNAE constituye una numeración a través de la cual se reconoce una actividad económica.

Especificación de las variables incluidas en el modelo:

Variables	Fuentes de Información Estadística
Datos iniciales de producción realizada por los proveedores	Registros Facilitados por Vía Célere.
Coeficientes de Emisión para cada rama productiva	Para el caso de la producción nacional los coeficientes se obtuvieron a partir de las cuentas de emisiones a la atmósfera por ramas de actividad (CNAE 2009), elaboradas por el INE. Para el caso de la producción importada los coeficientes se calcularon a partir de la base de datos EXIOBASE ¹⁴ (Tuker et al 2013 y Wood et al 2015) ³

Partiendo de la definición del enfoque de valor antes descrita se establece el total de emisiones vinculado a los materiales como la suma del consumo realizado por los proveedores directos de dichos materiales (emisiones incorporadas) más las emisiones llevadas a cabo por el resto del sistema productivo para proveer de bienes y servicios a dichos proveedores (emisiones inducidas). Para determinar estas últimas se empleó, como se mencionó anteriormente, el modelo implícito que se derivan de las tablas Input-Output.

Especificación General de la Ecuación a estimar:

El modelo input-output es un instrumento de análisis económico que desagrega la producción en sus diferentes usos (insumo y consumo final). Su empleo en este trabajo de investigación permitió estimar la producción sectorial indirecta (tanto nacional como internacional) de los materiales empleados en la construcción de la promoción de Villaverde.

El enfoque de Leontief señala que la producción de un sector es función de los inputs intermedios y de la utilización de factores primarios, fundamentalmente trabajo y capital. Partiendo del supuesto de que dicha combinación de factores empleada por cada sector (coeficientes técnicos) es, en principio, invariante, se puede representar la función de producción sectorial de una economía a través de la siguiente expresión matricial.

$$X = [I - A]^{-1}W$$

¹⁴ La base de datos se deriva de un proyecto colaborativo desarrollo por un consorcio en el que se integran una batería de universidades europeas.

¹⁵ La Proyecto colaborativo desarrollado por un consorcio en el que se integran la Norwegian University of Science and Technology, Netherlands Organization for Applied Scientific Research, The Sustainable Europe Research Institute (SERI), The Institute of Environmental Science (CML) at the faculty of Science of Universiteit Leiden, The Institute for Ecological Economics at the Vienna University of Economics and Business y 2-0 LCA Consultants.

Donde

X = Efecto total generado sobre el conjunto del sistema económico, medido en términos de producción.

W = Demanda inicial, o vector de impacto, formada por el valor de la producción facturada por los proveedores de materiales de la promoción.

A = Matriz de coeficientes técnicos, los cuales recogen los requerimientos unitarios de consumos intermedios por cada unidad producida. En esta aplicación se utilizó, por un lado, los coeficientes técnicos totales, que incluyen tanto los inputs adquiridos a productores nacionales como a productores del resto del mundo; y por otro lado los coeficientes técnicos interiores, donde únicamente se recoge los consumos intermedios adquiridos a productores nacionales.

Al aplicar al modelo matricial los coeficientes técnicos totales se obtuvo la producción total requerida por cada rama de actividad (XT), con origen nacional y extranjero, necesaria para generar la facturación de los proveedores incluida en el vector W. Asimismo, al emplear al mismo modelo los coeficientes técnicos interiores se determinó la producción generada dentro del territorio nacional (XN).

A partir de la estimación anterior se obtuvo la producción indirecta nacional, al restar de la producción total nacional (XN) la realizada directamente por los proveedores (W):

$$\text{Producción indirecta nacional (PIN)} = (\text{XN}) - (\text{W}).$$

Del mismo modo, para obtener la producción indirecta generada por el resto del mundo se descontó de la producción total (XT) la generada dentro de la propia economía o nacional (XN).

$$\text{Producción indirecta del resto del mundo (PIR)} = (\text{XT}) - (\text{XN})$$

Tras calcular los niveles de producción en cada una de las ramas de actividad se calcularon las emisiones totales de GEI (diferenciando entre emisiones incorporadas y emisiones emitidas) aplicando los coeficientes nacionales de emisiones por unidad producida a la producción nacional y los correspondientes coeficientes medios para la producción importada:

$$\text{Emisiones Totales} = \sum \text{Producción}_s * \text{Coeficientes de Emisión}_s$$

Resultados:

Emisiones generadas por los materiales incorporados en el residencial Célere Villaverde (t CO₂ eq):

Total Emisiones	5.446,894
Emisiones Incorporadas	1.315,628
Emisiones Indirectas	4.131, 266

Principales conclusiones:

- Si a las emisiones procedentes de los materiales empleados se le suma la huella de carbono derivados del propio proceso de construcción se obtendrían unas emisiones totales de 6.809 toneladas de CO₂, lo que equivaldría a:
 - Una distancia de 57 millones de kilómetros recorrida por un automóvil medio, lo que supondría dar 4.400 vueltas a la tierra.
 - Plantar 13.600 árboles para compensar todas las emisiones generadas en un año.
- El cemento y acero acumulan más del 70% de la huella de carbono total, por tanto, los intentos para reducir la huella de carbono deberían focalizarle en aquellos elementos de mayor impacto en las emisiones, por lo que se recomienda para reducir las externalidades negativas de la actividad constructora lo siguiente.
 - Fomentar la compraventa de todo tipo de subproducto y reciclados.
 - Reutilizar los residuos de los materiales en la propia obra.

Ficha 11

Metodología: Modelo VAR (modelos de vector autorregresivo)

Breve Descripción/Utilidad:

Se emplea cuando se pretende caracterizar las interacciones simultáneas entre grupos de variables (dependencias dinámicas entre distintas series), sin inclusión a priori de ningún tipo de restricción sobre el comportamiento estructural de las mismas. Una de las principales utilidades de esta clase de modelos se asocia a la mejora en las predicciones, frente a los modelos univariantes de series temporales (modelos ARIMA), metodología en la que cada serie se modeliza por separado.

Ejemplo de campo de Aplicación:

Se utiliza analizar la relación que existe entre los ingresos por exportación de materias primas y sus efectos sobre el crecimiento económico. Concretamente, se emplea para contrastar la hipótesis de si existe o no enfermedad holandesa en las economías de Noruega y Chile. La enfermedad holandesa se observa cuando un incremento abrupto en el ingreso de divisas produce una apreciación real de la moneda nacional, lo que termina generando un estancamiento en el crecimiento económico o una especialización perversa del tejido productivo, Sánchez, A.; García, J.; Del Sur, A. (2014): "Comercio internacional, materias primas y enfermedad holandesa: estudio comparativo de los efectos estáticos en Noruega y Chile". Revista de Economía Aplicada, N° 39, pag. 179-200.

Para mayor detalle a continuación se incluye un diagrama diseñado por los autores en el que resumen, en términos generales, la secuencia de la Enfermedad Holandesa en una economía:

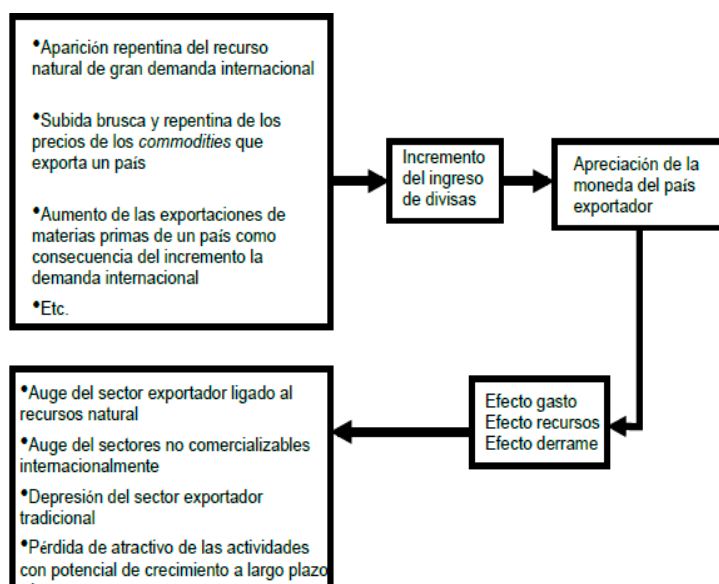
Muestra empleada

Dimensión Espacial: Se analiza las economías de Noruega y Chile.

Dimensión Temporal Total: 1990-2011

Diagrama 4

Secuencia de la enfermedad holandesa



Fuente: Sánchez, A.; García, J.; Del Sur, A. (2014)

Especificación de las variables incluidas en el modelo:

Nombres de las Variables	Siglas empleadas en el programa informático	Fuente/ Correspondencia exacta con la base de datos	Medición/transformación
Precio del petróleo	Petroleotasa	UNCTADSTAT/Crude petroleum, average of UK Brent (light) Dubai (medium) Texas (heavy) equally weighted (\$/barrel).	Dólares por barril/ Se ha calculado el logaritmo a la variable original y sus primeras diferencias
Tipo de cambio de la corona.	Noruegatasadolar	UNCTADSTAT/ Exchange rate	Tipo de cambio Nominal/ Se ha calculado el logaritmo a la variable original y sus primeras diferencias
Inflación	Noruegainflacion	International Monetary Fund / Inflation, average consumer prices. Percent change	Tasa de variación / Se utiliza la variable directamente el modelo
Valor añadido de las manufacturas	Noruegatasavabm	National Accounts Main Aggregates Database de las Naciones Unidas /GDP by expenditure, at constant 2005 prices, nacional currency	Coronas constantes de 2005 / Se ha calculado el logaritmo a la variable original y sus primeras diferencia
Valor añadido de servicios	Noruegatasavabs	National Accounts Main Aggregates Database de las Naciones Unidas. / GDP by expenditure, at constant 2005 prices, nacional currency	Coronas constantes de 2005 / Incluye la suma de construcción, comercio, hostelería, transporte y comunicaciones. Se ha calculado el logaritmo a la variable original y sus primeras diferencias
Precio del cobre	Cobretasa	UNCTADSTAT /Copper, wire bars, U.S. producer, FOB refinery (centavos de \$/libra)	Centavos de dólar por libra / Se ha calculado el logaritmo a la variable original y sus primeras diferencias
Tipo de cambio del peso	Chiletasapeso	UNCTADSTAT /Exchange rate	Tipo de cambio nominal /Se ha calculado el logaritmo a la variable original y sus primeras diferencias

Nombres de las Variables	Siglas empleadas en el programa informático	Fuente/ Correspondencia exacta con la base de datos	Medición/transformación
Inflación	Chileinflation	International Monetary Fund / Inflation, average consumer prices. Percent Change.	Tasa de variación / Se utiliza la variable directamente en el modelo
Valor añadido de las manufacturas	Chiletasavabm	National Accounts Main Aggregates Database de las Naciones Unidas / GDP by expenditure, at constant 2005 prices, nacional currency	Pesos constantes de 2005 /Se ha calculado el logaritmo a la variable original y sus primeras diferencias
Valor añadido de servicios	Chiletasavabs	National Accounts Main Aggregates Database de las Naciones Unidas /GDP by expenditure, at constant 2005 prices, nacional currency	Pesos constantes de 2005 / Incluye la suma de construcción, comercio, hostelería, transporte y comunicaciones. Se ha calculado el logaritmo a la variable original y sus primeras diferencias

Especificación General de la Ecuación a estimar:

En términos matemáticos, un modelo VAR corresponde a un conjunto de ecuaciones simultáneas presentadas de forma reducida sin restringir, lo que implica que los valores contemporáneos de las variables del modelo (los correspondientes al momento t) no aparecen como variables explicativas en ninguna de las ecuaciones. Es decir, el conjunto de variables explicativas de cada ecuación está constituido por un bloque de retardos de cada una de las variables del modelo. Por otro lado, que sean ecuaciones no restringidas implica que aparece en cada una de ellas el mismo grupo de variables explicativas.

Por tanto, para definir un modelo VAR se necesita determinar, por un lado, el número total de variables que componen el sistema (m) y, por otro lado, el número máximo de retardos a incluir (r). Adicionalmente, se podrán incluir si se considera oportuno una matriz con términos deterministas (constantes, tendencias ficticias u otro tipo de variable exógena deterministas. Por lo que el modelo quedaría planteado para cada variable de la siguiente manera:

$$Y_{i,t} = D_{i,t} + \sum_{i=0}^m \sum_{j=0}^r \beta_{ij} Y_{i,t-j} + u_{it}$$

Donde:

Y_{it} (cada variable) = se explicaría a través a través de los componentes deterministas, los r retardos de la propia variable, más los retardos de cada una de las variables incluidas en el sistema.

D_{it} = componentes deterministas.

U_{it} = perturbación aleatoria o término de error.

Resultados:

Dado que en esta investigación se determinó que el número óptimo de retardos es 2 y el número de variables a incluir para cada país asciende a 5, se obtuvo un sistema en el que cada ecuación incluyó un total de 10 variables más la ordenada en el origen.

Modelo VAR estimado.

Coeficientes, errores estándar y valores del estadístico t

País: Noruega

	PETROLEOTASA	NORUEGATASA DOLAR	NORUEGAINFLA CION	NORUEGATASA VABM	NORUEGATASA VABS
PETROLEOTASA(-1)	0.040087 (0.35133) [0.11410]	0.134855 (0.09441) [1.42843]	0.023002 (0.01270) [1.81097]	-0.053473 (0.01609) [-3.32255]	-0.077107 (0.04088) [-1.88597]
PETROLEOTASA(-2)	-0.186771 (0.32499) [-0.58086]	-0.232449 (0.08733) [-2.66172]	-0.005464 (0.01175) [-0.46509]	0.015289 (0.01489) [1.02697]	-0.004303 (0.03782) [-0.11377]
NORUEGATASADOLAR(-1)	0.027256 (0.94668) [0.02879]	0.275501 (0.25439) [1.08299]	0.024992 (0.03422) [0.73023]	0.032500 (0.04337) [0.74943]	0.235132 (0.11017) [2.13434]
NORUEGATASADOLAR(-2)	-0.050625 (0.99484) [-0.05089]	-0.425478 (0.26733) [-1.59157]	0.048257 (0.03597) [1.34174]	-0.253611 (0.04557) [-5.56502]	-0.165308 (0.11577) [-1.42790]
NORUEGAINFLACION(-1)	-25.80241 (11.5505) [-2.23387]	6.389948 (3.10384) [2.05872]	-0.419270 (0.41758) [-1.00404]	-2.552584 (0.52912) [-4.82425]	-2.546895 (1.34415) [-1.89480]
NORUEGAINFLACION(-2)	-15.84129 (14.9875) [-1.05697]	7.763697 (4.02742) [1.92771]	0.588248 (0.54184) [1.08565]	-2.388379 (0.68556) [-3.47877]	-5.418722 (1.74411) [-3.10687]
NORUEGATASAVABM(-1)	-8.069067 (3.88420) [-2.07741]	1.086457 (1.04376) [1.04091]	0.021848 (0.14042) [0.15559]	-0.876427 (0.17793) [-4.92567]	-0.493093 (0.45201) [-1.09089]
NORUEGATASAVABM(-2)	-2.987628 (4.23642) [-0.70522]	1.399417 (1.13841) [1.22928]	0.170192 (0.15316) [1.11121]	-1.101204 (0.19407) [-5.67440]	-0.915177 (0.49300) [-1.85635]
NORUEGATASAVABS(-1)	0.136000 (2.76140) [0.04925]	-0.293233 (0.74204) [-0.39517]	-0.089545 (0.09983) [-0.89695]	0.474034 (0.12650) [3.74742]	0.132634 (0.32135) [0.41274]
NORUEGATASAVABS(-2)	1.823739 (2.42692) [0.75146]	1.165109 (0.65216) [1.78654]	0.097355 (0.08774) [1.10959]	0.142782 (0.11117) [1.28431]	-0.146801 (0.28242) [-0.51979]
C	109.4613 (60.9626) [1.79555]	-36.44590 (16.3818) [-2.22478]	1.199863 (2.20396) [0.54441]	13.64352 (2.79262) [4.88557]	23.54975 (7.09428) [3.31954]
DUMMY2009	-5.379609 (18.9474) [-0.28392]	-0.266289 (5.09151) [-0.05230]	0.434844 (0.68500) [0.63481]	-2.426524 (0.86796) [-2.79568]	-3.957074 (2.20493) [-1.79465]

Modelo VAR estimado.

Coeficientes, errores estándar y valores del estadístico t

País: Chile

	COBRETASA	CHILETASA PESO	CHILEINFLACION	CHILETASA VABM	CHILETASA VABS
COBRETASA(-1)	0.047788 (0.68038) [0.07024]	-0.103801 (0.16410) [-0.63256]	0.024238 (0.04673) [0.51873]	0.063769 (0.08455) [0.75420]	0.077461 (0.09525) [0.81321]
COBRETASA(-2)	0.036674 (0.55465) [0.06612]	-0.108480 (0.13378) [-0.81090]	0.051140 (0.03809) [1.34254]	0.052435 (0.06893) [0.76072]	0.078537 (0.07765) [1.01137]
CHILETASAPESO(-1)	-1.267513 (2.13242) [-0.59440]	0.897033 (0.51432) [1.74411]	0.089797 (0.14645) [0.61315]	-0.019857 (0.26500) [-0.07493]	-0.116942 (0.29855) [-0.39170]
CHILETASAPESO(-2)	0.504945 (2.06894) [0.24406]	-0.655252 (0.49901) [-1.31310]	0.036278 (0.14209) [0.25532]	0.169137 (0.25712) [0.65783]	0.173885 (0.28966) [0.60031]
CHILEINFLACION(-1)	-1.988938 (4.18693) [-0.47026]	0.663950 (1.00985) [0.65747]	0.074079 (0.28755) [0.25762]	-0.385852 (0.52033) [-0.74156]	-0.899690 (0.58619) [-1.53481]
CHILEINFLACION(-2)	1.178401 (3.28012) [0.35825]	-0.713720 (0.79114) [-0.90214]	0.399313 (0.22527) [1.77257]	0.619765 (0.40763) [1.52039]	1.189669 (0.45923) [2.59055]
CHILETASAVABM(-1)	0.891818 (6.17723) [0.11199]	1.551492 (1.48990) [1.04134]	0.197107 (0.42424) [0.46461]	-0.094084 (0.76767) [-0.12256]	0.170538 (0.86484) [0.19719]
CHILETASAVABM(-2)	3.782543 (5.84310) [0.64735]	-0.216306 (1.40931) [-0.15348]	-0.299221 (0.40129) [-0.74564]	-0.209060 (0.72615) [-0.28790]	-0.318246 (0.81806) [-0.38902]
CHILETASAVABS(-1)	-3.550374 (3.70407) [-0.95851]	0.251056 (0.89339) [0.28101]	0.117649 (0.25439) [0.46248]	-0.040883 (0.46032) [-0.08881]	-0.213947 (0.51859) [-0.41256]
CHILETASAVABS(-2)	-0.686703 (3.90697) [-0.17576]	-0.728029 (0.94233) [-0.77258]	0.196338 (0.26832) [0.73172]	0.123217 (0.48554) [0.25378]	0.085894 (0.54700) [0.15703]
C	20.93178 (20.3508) [1.02855]	1.884677 (4.90845) [0.38397]	-0.180920 (1.39766) [-0.12944]	0.718615 (2.52908) [0.28414]	2.960324 (2.84921) [1.03900]

Principales conclusiones:

- Tanto Noruega como Chile podrían ser candidatos a registrar los desequilibrios macroeconómicos característicos del mal holandés, debido a que el porcentaje de las exportaciones de petróleo en Noruega y de cobre en Chile es extremadamente alto. A lo que se suma el hecho de que en ninguno de ellos su moneda nacional constituye una de referencia en el mercado internacional de las materias primas, por lo que las entradas masivas de divisas, como contrapartida de las exportaciones de los recursos, pueden generar una apreciación de la corona noruega y del peso chileno, respectivamente.

- Si bien Noruega y Chile presentan un elevado riesgo de contraer la enfermedad holandesa, la evidencia empírica, tras la estimación de los modelos VAR, denota la no existencia de la misma en ninguno de los dos países. Concretamente:
 - En el caso de Noruega, el incremento del precio del petróleo genera una apreciación de la corona noruega durante una serie de períodos y posteriormente una depreciación de esta. Por lo que, las variaciones de los tipos de cambio de la moneda no repercuten significativamente sobre la inflación ni sobre la especialización productiva de la economía.
 - En el caso de Chile, la subida del precio del cobre se traduce una apreciación del peso durante una serie de períodos, sin que ello tenga una repercusión significativa sobre las tensiones inflacionistas, ni sobre la evolución de los sectores productivos de las manufacturas y los servicios no comercializables internacionalmente.

Repasando lo aprendido

Preguntas tipo test

1. El cálculo de los parámetros de un modelo econométrico corresponde a la fase de
 - c. Especificación
 - d. Estimación
 - e. Validación
 - f. Utilización

Atendiendo a la expresión matemática del siguiente modelo econométrico, aplicado al mercado de un bien agrícola, responda en cada caso lo que solicita:

$$D_t = \alpha_1 + \beta_1 P_t + U_t \quad (1) \quad \beta_1 < 0, \alpha_1 > 0$$

$$S_t = \alpha_2 + \beta_2 S_{t-1} + U_{2t}; \quad (2) \quad \beta_2 > 0, \alpha_2 > 0$$

$$D_t = S_t \quad (3)$$

Donde

D_t = Cantidad demandada de un bien agrícola (kg)

S_t = oferta del bien agrícola (kg)

P_t = precio (€ por Kg)

3. Atendiendo al número de variables dependientes o número de relaciones el modelo corresponde a:

- a. Un modelo uniecuacional
- b. Un modelo multiecuacional

3. Seleccione la escala de medición en las que vienen expresadas las variables:

- a. Ordinal
- b. Intervalo
- c. Nominal
- d. Razón

4. Atendiendo a la dimensión espacio-tiempo de las variables determine si el modelo corresponde a

- a. Un modelo de datos de panel
- b. Un modelo de corte transversal
- c. Un modelo de series temporales

5. Atendiendo al marco teórico en el que se apoya la especificación de este modelo, el signo esperado del parámetro (variable precio) en la ecuación N° 1 es:

- a. Positivo
- b. Negativo

Preguntas de verdadero o falso

1. El modelo econométrico es una representación simplificada en la que se introduce "sólo" una variable explicativa para analizar sistemas reales concretos y cuyas conclusiones se pueden generalizar para todos los sistemas económicas, independientemente del tiempo y el espacio.
2. La utilización de los modelos econométricos se limita exclusivamente al campo de la economía
3. Atendiendo a la dimensión espacio-tiempo las series estadísticas se pueden clasificar en variables de escala nominal y variables de escala ordinal
4. Un modelo econométrico exige la utilización de datos recientes, extensos y homogéneos en términos metodológicos
5. La formalización de la econometría como ciencia se asocia a los años treinta del siglo XX

Bibliografía

- Amarís, G.; Ávila, H. y Guerrero, T. (2017). Aplicación de modelo ARIMA para el análisis de series de volúmenes anuales en el río Magdalena. *Revista Tecnura*, 21 (52), 88-101. doi: 10.14483/udistrital.jour. tecnura.2017.2.a07
- Cantero, J. (2019): "Análisis de la convergencia del gasto en prestaciones sociales en la UE-15" (Trabajo de Fin de Master). Máster en Análisis Económico Moderno. Universidad Rey Juan Carlos, Madrid.
- Cárdenas, G. (2012): "La incidencia de la fiscalidad en la localización de las sociedades Holding en España y Suiza: Una aproximación teórico-empírica". Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Madrid. Madrid.
- Chasco C, M Lacalle and J Alfonso (2017) Spatial contagion of civil liberty: some evidence from a spatial econometrics analysis, *Paradigma Económico* 9(2), 5-32.
- Dones, M.; Heredero, M. (2006): "Uso real de las predicciones: la opinion de las empresas", en *Guía para Usuarios de predicciones económicas*. Pp. 121-134. Madrid. Ecobook-Editorial del Economista.
- Klein, L.R. (1953): *A Testbook of Econometrics*, Prentice-Hall, Nueva York.
- Fernández, P.; Pérez, J. (2020): "Estimación de la Huella de Carbono de la promoción residencial". Observatorio UAM-Vía Célere para la sostenibilidad Ambiental de la Edifi-

cación Residencial. Informe correspondiente a enero 2020.

García, S.; Vicéns, J. (2006): "Factores condicionantes en la medición del riesgo soberano en los países emergentes". Revista Estudios de Economía Aplicada. Vol. 24-1, Pag. 245-272.

García, S. (2005): "Factores condicionantes del riesgo soberano. Una aplicación con datos de panel para las calificaciones crediticias de las economías emergentes". Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Madrid. Madrid.

Goldberger, A. (1964): "Econometric Theory", New York, John Wiley & Sons, NewYork.

Gujarati, d. (2004): "Econometría". Mc. Graw Hill, México, cuarta edición.

Hair, J.; Anderson, R.; Tatham, R.; Black, W. (2007): "Análisis Multivariante". Pearson Prentice Hall, Madrid, quinta edición.

López, M. (2006): "Una breve guía de cómo hacer predicciones", en Guía para Usuarios de predicciones económicas. Pp. 121-134. Madrid. Ecobook-Editorial del Economista.

Medina, E.; Vicéns, J. (2006): "Selección de indicadores adelantados de crisis cambiarias en Latinoamérica bajo un enfoque econométrico". Cuadernos de Economía. Vol. 29, pag. 85-118.

Moríñigo, G. (2020): "Análisis empírico del e-government como medio reductor de la corrupción en Latinoamérica". Trabajo de Fin de Grado en Administración y Dirección de Empresas, Universidad Autónoma de Madrid, Madrid.

Pérez, C. (2012): "Econometría Básica". Aplicaciones con Eviews, Stata, SAS y SPSS.

Pérez, C. (2006): "Problemas resueltos de Econometria". Ediciones Thomson, Madrid.

Pulido, A.; Fontela, E. (1993): "Análisis Input-Output Modelos, Datos y Aplicaciones. Ediciones Pirámide.

Pulido, A.; Pérez, J. (2001): "Modelos Econométricos". Ediciones Pirámide. Madrid.

Tukker, A.; de Koning, A.; Hawkins, t.; Lutter, S.; Acosta, J.; Rueda Cantuche, J.M.; Bouwmeester, M. Oosterhaven, J.; Drosdowski, T.; Kuenen, J. (2013): "EXIOPOOL-Development and Illustrative Analyses of a Detailed Global MR EE SUT/IOT. Economic Systems Reserach, 25 (1), pp. 50-70.

Pardo, A.; Ruiz, M. (2002): "SPSS 11. Guía para el análisis de Datos". Mc Graw Hill, Madrid.

Sánchez, A.; García, J.; Del Sur, A. (2014): "Comercio internacional, materias primas y enfermedad holandesa: estudio comparativo de los efectos estáticos en Noruega y Chile". Revista de Economía Aplicada, N° 39, pag. 179-200.

Sánchez, B.; Vicéns, J. (2010): "El Impacto del Subsidio Agrario sobre la Evolución de la Población en Extremadura". Revista del Ministerio de Trabajo e Inmigración Economía y Sociedad. Vol 86. Pag. 131-143.

Stock, J.; Watson M (2012): Introducción a la econometría. Ediciones Pearson Madrid, España.

Uriel, E.; Contreras, D.; Moltó, M.; Peiró, A. (1997): "Econometría. El modelo Lineal".

Vicéns, J. (1997): "Obtención y análisis de datos". Ediciones UAM, Cantoblanco, Madrid.

Vicéns, J. (1998): "Econometría y contrastación empírica. Concepto e Historia". Documento 98/1. Instituto L.R. Klein.